Energy, Mines and Resources Canada | Énergie, Mines et Ressources Canada

CANMET

Canada Centre for Mineral and Energy Technology | Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie

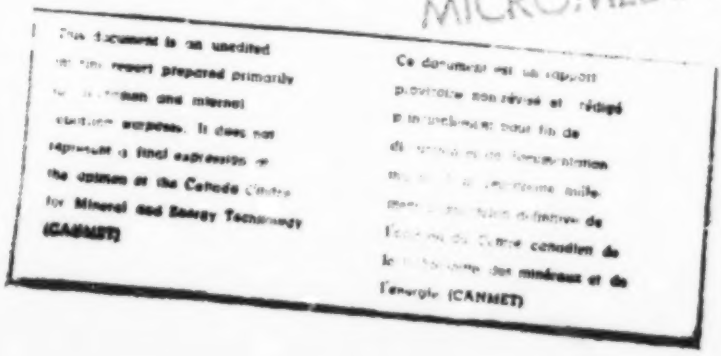
ÉVALUATION DES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DES MATÉRIAUX FRAGILES

B. FAUCHER
SECTION DE LA PHYSIQUE ET DU GÉNIE

MARS, 1987

LABORATOIRES DE RECHERCHE EN MÉTALLURGIE PHYSIQUE

MICROMEDIA



8pp

REPPORT: LRMP 87-19F(TR)

LABORATOIRES DE RECHERCHE EN MÉTALLURGIE PHYSIQUE

RAPPORT: LRMP 87-19F (TR)

ÉVALUATION DES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DES MATÉRIAUX FRAGILES

par

Bernard Faucher

RÉSUMÉ

La section de génie physique des laboratoires de recherche en métallurgie physique est maintenant équipée pour mesurer la résistance à la rupture et la ténacité des céramiques et des matériaux fragiles.

PHYSICAL METALLURGY RESEARCH LABORATORIES

REPORT: PMRL 87-19F (TR)

EVALUATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF BRITTLE MATERIALS

by

B. Faucher

ABSRACT

The Engineering Physics Section of the Physical Metallurgy Research Laboratories is now equipped to measure strength and toughness of ceramics and brittle materials.

INTRODUCTION

L'utilisation accrue des matériaux à très haute résistance mécanique ou thermique dépend de l'amélioration de leur fragilité intrinsèque. L'effort de recherche pour améliorer les propriétés mécaniques de ces matériaux s'est développé considérablement au cours des dix dernières années. CANMET participe à cet effort, et l'une des contributions naturelles des LRMP se doit d'être la caractérisation mécanique de ces matériaux.

PRÉPARATION DES ÉPROUVETTES

Les céramiques, à cause de leur très haute dureté, demandent des conditions d'usinage particulières. De plus, l'évaluation des propriétés mécaniques, marquée par une grande dispersion des valeurs mesurées, nécessite un grand nombre d'éprouvettes. Pour résoudre ces problèmes, la section de génie physique (GP) a fait l'acquisition d'une rectifieuse à haute vitesse de révolution pour les céramiques. À l'aide de meules au diamant, il sera possible de machiner des éprouvettes parallélépipédiques avec rainures et entailles. La rectifieuse sera opérationnelle dès l'obtention des meules et accessoires.

ESSAIS MÉCANIQUES

Machine d'essai: Les déformations et charges utilisées lors des essais mécaniques sur céramiques sont très faibles, par rapport aux valeurs usuelles des métaux. Il sera probablement possible d'effectuer les essais avec la machine hydraulique MTS: des essais de traction à la vitesse excessivement lente de 0.5 μm/s ont été réalisés sur éprouvettes d'acier sans problème de stabilité; les charges étaient, cependant, nettement supérieures à celles nécessaires aux essais sur céramiques.

Une cellule de charge de 5kN est disponible, et le logiciel est déjà développé pour contrôler les essais numériquement et acquérir les données.

Résistance à la rupture: La résistance à la rupture des céramiques peut être mesurée actuellement dans nos laboratoires à l'aide des essais suivants:

- flexion biaxiale de disques jusqu'à 25,4mm de diamètre
- flexion pure sur portée de 40mm
- flexion trois points sur portées de 40 et 20mm.

Les bancs d'essai (Fig. 1) ont été fabriqués par la DST, et le premier a été prêté par le laboratoire du traitement des minéraux LTM. Des essais de flexion biaxiale ont d'ailleurs été effectués pour ce laboratoire avec la machine Instron.

Ténacité: Il serait actuellement possible aux LRMP d'évaluer la ténacité des matériaux fragiles en utilisant les méthodes suivantes:

- éprouvettes à deux cantilevers. Le système de fixation a été fabriqué par la DST (Fig. 2); ce type d'essai pose des problèmes d'attache au niveau de l'éprouvette: on devra percer le matériau ou coller des barreaux d'extension.
- mesure des fissures créées par l'indentation d'essai de dureté. Ce type de mesure semble assez aléatoire, mais est très facile à réaliser.
- éprouvettes avec entailles en chevron. Ce type d'éprouvette est plus difficile à préparer, mais devrait permettre d'obtenir des résultats fiables; la méthode d'essai est en voie de normalisation par l'ASTM. Le système de mise en charge est disponible pour éprouvettes cylindriques ou carrées de 12.7 et 25.4mm de diamètre ou coté.

Modules d'élasticité: Il serait aussi souhaitable de pouvoir mesurer les modules d'élasticité et de cisaillement. Les méthodes expérimentales par lames vibrantes ou par mesure fine des déformations nécessiteraient un certain investissement en capital. Il derait être aussi possible d'obtenir ces valeurs en measurant la vitesse de propagation d'ondes ultrasonores à l'aide de l'équipement de la section des END.

CONCLUSIONS

La section GP des LRMP est maintenant prête à effectuer certaines mesures des propriétés mécaniques des céramiques. Il est prévu à court terme, d'effectuer des mesures sur des matériaux commerciaux; un programme de recherche à plus long terme pourra alors être envisagé en collaboration avec le LTM ou d'autres organismes intéressés.

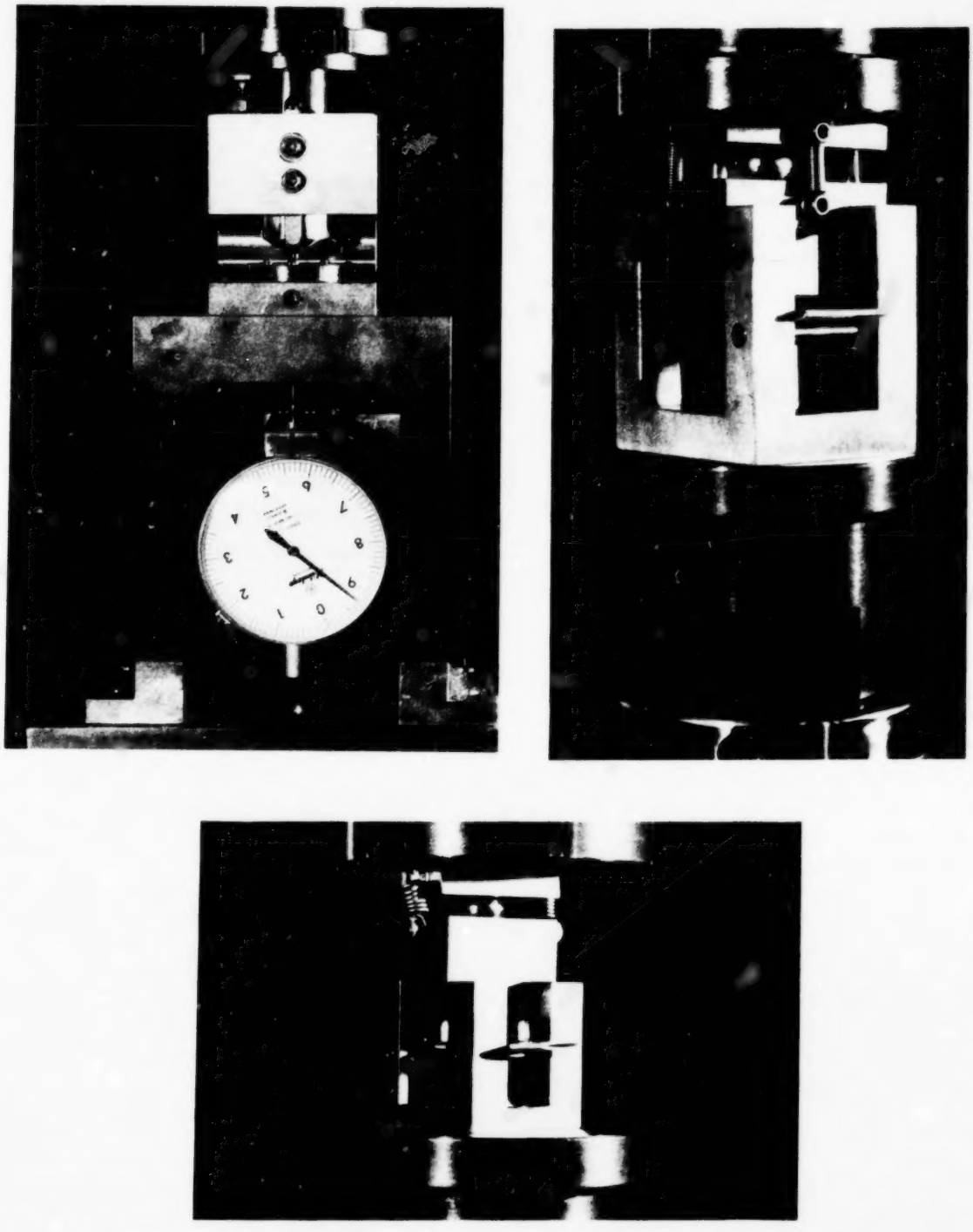


Fig. 1. Bancs d'essai pour a) flexion biaxiale, b) flexion pure ou trois points sur portée de 40mm, c) flexion trois points sur portée de 20mm.

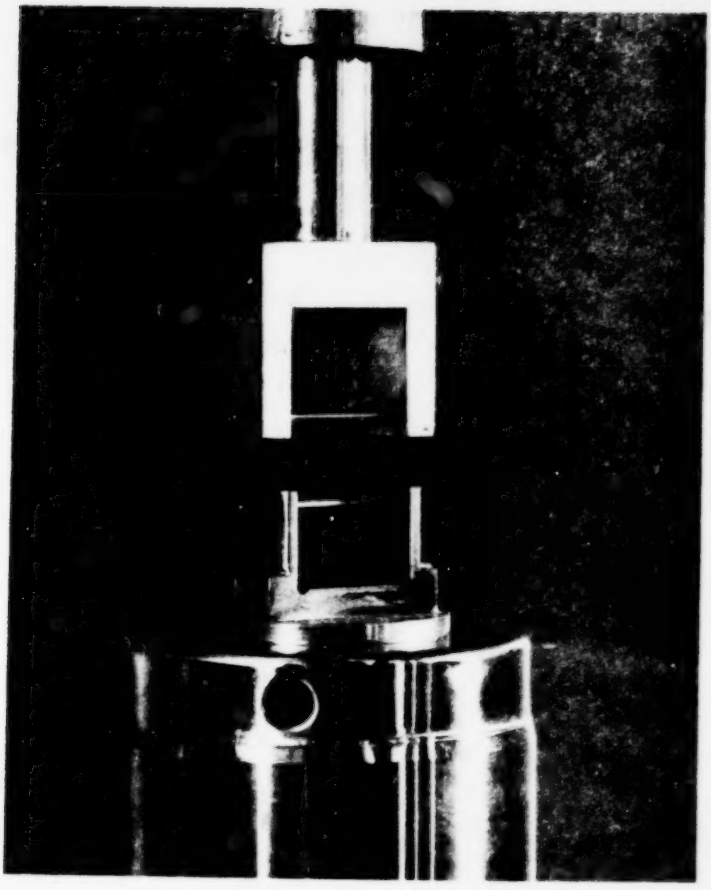


Fig. 2. Système de fixation pour éprouvettes à deux cantilevers.